

03P-17082



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift

⑩ DE 44 23 893 C 2

<sup>1</sup>US 5,793,150 A (OP-11-98)

⑤1 Int. Cl.®:  
**H 05 K 1/00**  
F 16 J 15/10  
G 01 L 9/08

⑳ Aktenzeichen: P 44 23 893.2-34  
㉑ Anmeldetag: 7. 7. 94  
㉒ Offenlegungstag: 11. 1. 96  
㉓ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 5. 9. 96

DE 44 23 893 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:

Fa. Carl Freudenberg, 69469 Weinheim, DE

⑦2 Erfinder:

Spies, Karl-Heinz, Dipl.-Ing. Dr., 69488 Birkenau, DE;  
Kober, Horst, 69469 Weinheim, DE; Kosack, Steffen,  
Dipl.-Chem. Dr., 67454 Haßloch, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

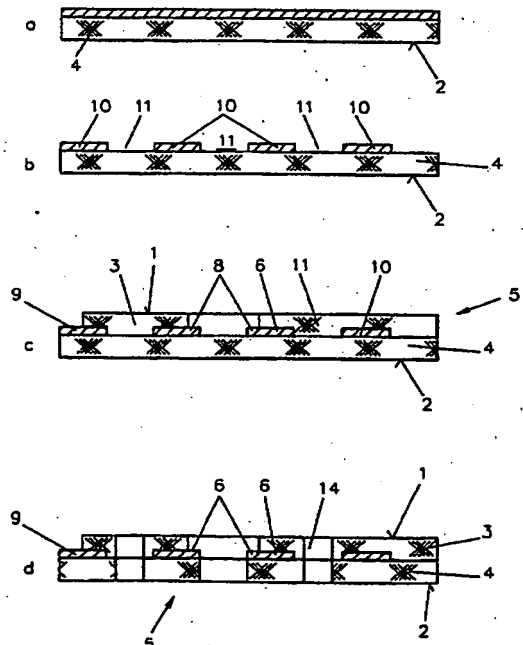
DE 42 26 012 C2  
DE 41 03 375 C1  
DE 33 02 993 C2  
DE 41 01 871 A1  
DE 34 11 973 A1  
DE 33 15 655 A1

MUNSON, James: Materials, aus: Handbook of  
Flexible Circuits, 1992, Van Nostrand Reinhold, New  
York, S. 20-25, ISBN 0-442-00168-1;

BRUNNER, E.: Konstruktive und technologische  
Probleme beim Einsatz flexibler kupferkaschierter  
Basismaterialien in der Geräteverdrahtung, Fein-  
gerätetechnik, Heft 12, 1975, S. 554-558,  
insbesondere S. 557, Bild 5;

⑤4 Flachdichtung mit flexibler Leiterplatte

⑤7 Flachdichtung mit Dichtflächen (1, 2) aus polymerem  
Werkstoff, wobei die erste (1) und die zweite Dichtfläche (2)  
jeweils zumindest durch eine Deckschicht (3, 4) gebildet ist,  
dabei mindestens die zwei Deckschichten (3, 4) gemeinsam  
eine flexible Leiterplatte (5) darstellen, das Material der  
Deckschichten (3, 4) elektrische Leiterbahnen (10) in den  
Dichtbereichen vollständig umschließt und der Werkstoff  
der Deckschicht (3, 4) als Isolierung für die Leiterbahnen (10)  
ausgebildet ist, wobei die Leiterbahnen (10) mit Anschlußlei-  
tern (6) versehen sind, die mit Anschlußflächen (8, 9) aus der  
Leiterplatte (5) herausgeführt sind, wobei der spezifische  
Widerstand der Deckschichten (3, 4) so hoch ist, daß der  
Isolationswiderstand der Deckschichten (3, 4) zwischen  
Leiterlage und den abzudichtenden Flanschen mindestens  
10<sup>8</sup> Ohm beträgt, wobei die Deckschichten (3, 4) aus einem  
vliesstoffverstärktem Material bestehen, wobei zumindest  
zwei Leiterplatten (5, 12) zu Anwendung gelangen, deren  
jeweilige Leiterbahnen (10) mit Anschlußleitern (6) versehen  
sind, wobei die Leiterplatten (5, 12) durch zumindest eine  
elektrisch isolierende, vliesstoffverstärkte Zwischenschicht  
(15) voneinander getrennt sind und wobei die Leiterplatten  
(5, 12) auf einander gegenüberliegenden Seiten einer Ver-  
stärkungslage (16) angeordnet sind.



DE 44 23 893 C 2

Eine Flachdichtung mit flexibler Leiterplatte ist aus der DE 33 15 655 A1 bekannt. Die vorbekannte Flachdichtung ist mit Dichtflächen aus polymerem Werkstoff versehen, wobei die erste und die zweite Dichtfläche jeweils zumindest durch eine Deckschicht gebildet ist, dabei mindestens die zwei Deckschichten gemeinsam eine flexible Leiterplatte darstellen, das Material der Deckschichten elektrische Leiterbahnen in den Dichtbereichen vollständig umschließt und der Werkstoff der Deckschicht als Isolierung für die Leiterbahnen ausgebildet ist, wobei elektrische Verbindungen vom inneren des Gehäuses nach außen geführt sind. Das Gehäuse besteht aus einem wannenförmigen Teil, der unter Zwischenfügung der Flachdichtung durch einen Deckel verschlossen ist und eine dichte innere Kammer bildet, die zur Aufnahme eines elektrischen Apparats geeignet ist. Die Flachdichtung enthält eine flexible gedruckte Schaltung aus polymerem Werkstoff, wobei eine metallische gedruckte Schaltungsfolie innerhalb eines Polymermaterials vorgesehen ist. Der polymere Werkstoff ist durch eine Polyimid gebildet, beispielsweise durch Kapton (eine registrierte Marke von E.I. DuPont) und weist eine Dicke von 0,0762 mm auf.

Aus dem "Handbook of Flexible Circuits", "Materials", James Munson, 1992 Van Nostrand Reinhold, New York ist als polymerer Werkstoff ebenfalls das Polyimid Kapton von Dupont genannt, und ein Isolationswiderstand für das Material von  $10^{18}$  Ohm/cm.

Eine weitere Flachdichtung ist aus der DE 41 01 871 A1 bekannt und mit einem stationären Druckverteilungs- und Druckverlaufssensor versehen. Die Flachdichtung besteht aus zwei Dichtungshälften, in die zwischen zwei elektrisch isolierenden Schutzfolien eine Sensorfolie angeordnet ist, die aus einer flexiblen piezoelektrischen Polymerschicht besteht. Die Größe und die Anzahl der aktiven Sensorfelder auf der Sensorfolie werden durch beidseitig aufgedampfte Leiterflächen mit abgehenden Leiterbahnen definiert. Auf die Enden dieser aufgedampften Leiterbahnen werden kupferbeschichtete Polyesterfolienstreifen gelegt, die den Kontakt durch Berührung herstellen und außerhalb der Dichtung in einen Miniatur-Coaxialstecker münden. Dabei ist allerdings zu beachten, daß die Herstellung einer solchen Dichtung aufwendig und schwierig ist, da die verschiedenen Schichten und Leiterstreifen mit einem elastischen Kontaktkleber paßgenau versiegelt und verpreßt werden müssen.

Aus der DE 42 26 012 C2 ist eine Flachdichtung mit Dichtflächen aus polymerem Werkstoff bekannt, wobei die Dichtflächen durch Deckschichten gebildet sind, deren Material elektrisch Leiterbahnen vollständig umschließt, wobei die Leiterbahnen mit Anschlußleitern versehen sind, die aus der Dichtung herausgeführt sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Flachdichtung der eingangs genannten Art derart weiterzuentwickeln, daß mehrere elektrische Funktionen in die Flachdichtung integriert werden können, beispielsweise ein Drucksensor und ein Leckagesensor. Außerdem soll die Flachdichtung eine gute Formstabilität aufweisen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale von Anspruch 1 gelöst. Auf vorteilhafte Ausgestaltungen nehmen die Unteransprüche Bezug.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung ist es vorgesehen, daß die Dichtflächen aus Polymerem Werkstoff bestehen, wobei die erste und die zweite Dichtfläche

jeweils zumindest durch eine Deckschicht gebildet ist, dabei mindestens die zwei Deckschichten gemeinsam eine flexible Leiterplatte darstellen, das Material der Deckschichten elektrische Leiterbahnen in den Dichtbereichen vollständig umschließt und der Werkstoff der Deckschicht als Isolierung für die Leiterbahnen ausgebildet ist, wobei die Leiterbahnen mit Anschlußleitern versehen sind, die mit Anschlußflächen aus der Leiterplatte herausgeführt sind und daß der spezifische Widerstand der Deckschichten so hoch ist, daß der Isolationswiderstand der Deckschichten zwischen Leiterlage und den Flanschen mindestens  $10^8$  beträgt, daß die Deckschichten aus einem vliesstoffverstärktem Material bestehen, daß zumindest zwei Leiterplatten zur Anwendung gelangen, deren jeweilige Leiterbahnen mit Anschlußleitern versehen sind, daß die Leiterplatten durch zumindest eine elektrisch isolierende, vliesstoffverstärkte Zwischenschicht voneinander getrennt sind und daß die Leiterplatten auf einander gegenüberliegenden Seiten einer Verstärkungslage angeordnet sind. Die Deckschichten aus imprägniertem Vliesstoff umschließt in den Dichtbereichen vollständig elektrische Leiterbahnen. Durch diese Ausgestaltung können ohne zusätzlichen Aufwand Flachdichtungen mit integrierten Anschlüssen geschaffen werden, wobei die Anschlußleiter die gegeneinander abzudichtenden Räume signalleitend verbinden. Außerdem besteht die Möglichkeit, im Dichtbereich der Flachdichtung integrierte Sensoren mit den Anschlußflächen zu verbinden.

Die Flachdichtung ist aus mehreren Lagen Vliesstoff-Prepreg aufgebaut. Unter einem Prepreg ist hier ein mit einem Bindemittel verfestigtes Faservlies, also ein Vliesstoff, zu verstehen, der mit einer polymeren Mischung imprägniert ist. Dieses Prepreg ist nach dem Trocknungsprozeß handtrocken, noch nicht voll auspolymerisiert und daher klebe- oder siegelfähig. Es ermöglicht eine einfache Herstellung der Deckschichten und der gesamten Flachdichtung und bewirkt eine große mechanische Festigkeit des Dichtungswerkstoffs.

Für die einwandfreie elektrische Funktion ist es notwendig, daß der Werkstoff der vliesstoffverstärkten Deckschichten einen elektrischen Widerstand von zumindest  $10^8$  Ohm aufweist und als Isolierung für die Leiterbahnen ausgebildet ist. Der Vliesstoff, die Füllstoffe und die Polymere sind derart aufeinander abgestimmt, daß die Flachdichtung einerseits die gegeneinander abzudichtenden Räume sicher abdichtet und andererseits die Leiterlage gegen metallische Flansche mit einem möglichst großen Isolationswiderstand über  $10^8$  Ohm isoliert ist.

Um mehrere elektrische Funktionen in die Flachdichtung integrieren zu können, ist es vorgesehen, daß zumindest zwei Leiterplatten zur Anwendung gelangen, deren jeweilige Leiterbahnen mit Anschlußleitern versehen sind, wobei die Leiterplatten durch zumindest eine elektrisch isolierende vliesstoffverstärkte Zwischenschicht voneinander getrennt sind. Durch eine derartige Ausgestaltung ist es beispielsweise möglich, in einer Flachdichtung einen integrierten Drucksensor und einen Leckagesensor vorzusehen.

Die Leiterplatten können auf einander gegenüberliegenden Seiten einer Verstärkungslage angeordnet sein. Die Verstärkungslage kann durch einen Metallkern oder einen Kern aus polymerem Werkstoff gebildet sein.

Besteht die Verstärkungslage aus einem metallischen Werkstoff, gelangt bevorzugt ein Verstärkungsblech aus Aluminium oder Stahl zur Anwendung.

In einer bevorzugten Variante ist die Verstärkungslage selbst eine starre, Leiterbahnen tragende Leiterplatte. Als Dichtungs- und Isolationsschichten wird dann beidseits mindestens je ein Vliesstoff-Prepreg der vorgenannten Art laminiert.

Auf der Verstärkungslage ist in jedem Falle einerseits die zwischen der ersten Deckschicht und der Zwischenschicht eingeschlossene Leiterplatte und andererseits die zweite Deckschicht angeordnet, wobei die Deckschichten und die Zwischenschicht jeweils aus einem Vliesstoff-Prepreg bestehen. Die Bestandteile werden unter Druck und Hitze miteinander verpreßt, so daß eine Flachdichtung mit Versteifungslage entsteht, auf der sich zumindest auf einer Seite eine in den Dichtungswerkstoff integrierte Leiterplatte mit Anschlußleiter befindet.

Die Verstärkungslage kann mit zumindest einer Durchbrechung versehen sein, wobei die Durchbrechung einen Sensorchip mit allseitigem Abstand umschließt und wobei die Leiterplatte mit Anschlußleitern versehen ist, die signalleitend mit dem Sensorchip in Eingriff sind und wobei die Durchbrechung vollständig mit dem Sensorchip umschließender Vergußmasse ausgefüllt ist. Bei einer derartigen Ausführung ist von Vorteil, daß Halbleiterchips mit Sensorelementen und Auswerte-Elektronik in die Dichtung integriert sind. Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung wird die Dicke der Verstärkungslage etwas größer gewählt als die Dicke des Sensorchips. Die in die Flachdichtung integrierten Anschlußleiter bilden elektrische Anschlußflächen für den Chip. Die Vergußmasse ist als mechanischer Schutz für den Chip vorgesehen.

Die Deckschichten und/oder die Zwischenschicht bestehen bevorzugt aus mit einer polymeren Mischung imprägniertem Aramidfaser-Vliesstoff und weisen ein Flächengewicht von 30 bis 200, bevorzugt 50 bis 100 g/m<sup>2</sup> auf. Die Aramidfasern besitzen außerordentlich gute mechanische Eigenschaften, wie eine extrem hohe Festigkeit, ein hohes Elastizitätsmodul, eine große Dimensionsstabilität und eine hohe Temperaturbeständigkeit. Außerdem ist bei den Aramidfasern von Vorteil, daß diese elastisch sind. Derartig armierte Flachdichtungen sind daher für den Hochdruckbereich bis ca. 300 bar und den Hochtemperaturbereich bis etwa 400°C sehr gut geeignet. Die Polymere werden in Form von Polymerdispersionen oder Polymerlösungen eingesetzt, wobei das Polymer in Wasser oder in organischen Lösungsmitteln dispergiert bzw. gelöst ist. Die Polymere sollten beim Trocknungsprozeß nur wenig vopolymerisieren, damit das Polymer im Prepreg beim Laminierungsvorgang noch fließen kann, um die darüber- und/oder darunterliegenden Leiterplatten zu binden und die Hohlräume in Form von Kanälen zwischen den Leiterbahnen vollständig auszufüllen. Als besonders geeignet haben sich Acrylatmischungen bzw. Copolymerisate von Acrylsäureester mit Polyurethanen und Epoxid als Härter erwiesen. Silikon- und Silikonkautschuk können ebenfalls zur Anwendung gelangen.

Der beschriebene Aufbau der Flachdichtung mittels einer Vliesstoff-Prepreglage auf der Unter- und Oberseite der Leiterplatte hat bei Verwendung von Vliesstoff mit einem Flächengewicht von 50 g/m<sup>2</sup> eine Gesamtdicke von etwa 0,2 mm. Die Gesamtdicke der Flachdichtung läßt sich an die jeweiligen Gegebenheiten des Anwendungsfalles problemlos anpassen, indem entweder ein Vliesstoff mit höherem Flächengewicht eingesetzt wird oder mehrere Prepreglagen übereinander laminiert werden.

Zum Erkennen von Leckagen aus dem abzudichtenden Raum können die an die Deckschichten angrenzenden, abzudichtenden metallischen Flanschflächen und die Metallelektrode zwischen den Deckschichten die Platten eines Doppel-Plattenkondensators bilden. Der durch den Einbau der Flachdichtung gebildete Doppel-Plattenkondensator kann als Leckage-Sensor genutzt werden. Dringt das abzudichtende Medium zwischen die Dichtungsflächen, ändern sich das Dielektrikum und die relative Dielektrizitätskonstante. Die dadurch bewirkte Änderung der Kapazität ist dann ein Maß für den Zustand der Dichtung bezüglich Dichtheit.

Um Streukapazitäten möglichst klein zu halten, ist von Vorteil, daß die Metallelektrode umfangsseitig von einer ringförmigen Schutzelektrode umschlossen ist. Da sich die Permeabilität eines Dielektrikums temperaturabhängig ändert, ist es vorteilhaft, gleichzeitig mit der Kondensatorfläche ein Widerstandselement, beispielsweise in Form eines Leitermäandriers, anzubringen. Aus dem Zusammenhang zwischen Widerstandsänderung von elektrischen Leitern und der Temperaturänderung läßt sich ein Signal zur Temperaturkompensation bei der Messung der Kapazität des Doppelkondensators gewinnen. Vorteilhaft wird das Widerstandselement durch die Schutzelektrode gebildet.

Die Herstellung der Flachdichtung wird derart vorgenommen, daß zunächst die Vliesstoffbahnen mit einer gefüllten oder ungefüllten Polymerdispersion getränkt und so getrocknet werden, daß die Polymerschicht noch klebe- und siegelfähig bleibt. Auf eine Prepregbahn wird eine Metallfolie, in der Regel aus Kupfer, kaschiert, vorzugsweise in einem kontinuierlichen Laminierverfahren. Auf diesem metallkaschierten Laminat werden anschließend Anschlußleiterbilder nach bekannten Verfahren der Leiterplattenherstellung derart gestaltet, daß die Deckschicht, die gleichzeitig Dielektrikum der Leiterplatte ist, mit einer nahezu geschlossenen Leiterfläche belegt ist. Durch diese Gestaltung erhält man einen sehr planparallelen Verbund, denn beim Laminierungsvorgang einer weiteren Prepregbahn auf das Leiterbild fließt das Polymer des Prepregs in die Vertiefungen zwischen den Leiterbahnen und verklebt die beiden Teile miteinander.

Dadurch sind die Leiterbahnen mit den Deckschichten kraft- und/oder formschlüssig verbunden und die einzelnen Leiterbahnen gegeneinander elektrisch isoliert. Das Ergebnis ist eine Flachdichtung mit integrierten Anschlußleitern.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung sind die Anschlußleiter so angeordnet, daß sie die Metallelektroden einer piezoelektrischen Sensor-Folie bei Druckbeaufschlagung der Dichtung elektrisch kontaktierend beeinflussen. Zur einfachen Kontaktierung ist es erforderlich, daß beide Anschlüsse der Metallelektroden auf einer Ebene liegen. Zu diesem Zweck werden die Metallelektroden mit Hilfe einer metallischen Durchkontaktierung im Bereich ihrer Anschlußflächen miteinander verbunden. Im Gegensatz zu der Ausgestaltung aus dem Stand der Technik ist das Einbringen spezieller Schutzfolien und einzelner Leiterfolien aufgrund der vliesstoffverstärkten Deckschichten und der Ausformung als Leiterplatte nicht erforderlich.

Die zuvor beschriebene Flachdichtung hat integrierte externe und interne Anschlußleiter und kann beispielsweise als Druck- und/oder Leckagesensor ausgebildet werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Fig. 1 bis 8 weiter erläutert.

In Fig. 1 ist der Aufbau einer Leiterplatte, abhängig von den Verfahrensschritten zur Herstellung gezeigt.

In Fig. 2 ist ein Längsschnitt durch die Leiterplatte aus Fig. 1 dargestellt.

In den Fig. 3a und 3b ist jeweils eine Flachdichtung mit zwei Leiterplatten und einer Verstärkungslage gezeigt, wobei beidseitig der Verstärkungslage Deckschichten mit integrierten Anschlußleitern vorgesehen sind.

Fig. 4 zeigt einen Längsschnitt durch die Dichtung aus den Fig. 3a und 3b in der Ebene der Verstärkungslage, wobei zusätzlich innerhalb der Dichtung ein Chip angeordnet ist.

In Fig. 5 ist ein Teilschnitt durch das Bauteil aus Fig. 4 gezeigt, wobei eine mögliche Anordnung des Chips dargestellt ist.

In Fig. 6 ist ein Schnitt durch eine Flachdichtung gezeigt, entsprechend den Fig. 3a und 3b, in der auf der Ebene der Anschlußleiter eine piezoelektrische Folie als Drucksensorfolie integriert ist.

In Fig. 7 ist ein Teilschnitt aus Fig. 6 gezeigt, der die Kontaktierung zwischen Sensorfolie und Anschlußleiter verdeutlicht.

In Fig. 8 ist eine weitere Ausgestaltung einer Leiterplatte gezeigt, wobei die Kondensatorelektrode von einer Schutzelektrode umschlossen ist.

In den Fig. 1 bis 8 sind Dichtungsanordnungen gezeigt, wobei die abzudichtenden Flanschflächen durch eine Flachdichtung abgedichtet sind. Die Dichtflächen 1, 2 der Flachdichtung bestehen aus einem polymerem Werkstoff und sind durch jeweils zumindest eine vliesstoffverstärkte Deckschicht 3, 4 gebildet, wobei die Deckschichten 3, 4 elektrische Leiterbahnen 10 in dem Dichtbereich vollständig umschließen und wobei die Deckschichten 3, 4 und die Leiterbahnen 10 die flexiblen elektrischen Leiterplatten 5, 12 bilden. Die Leiterplatten 5, 12 sind mit Anschlußleitern 6 versehen, die mit internen und externen Anschlußflächen 8, 9 aus dem Werkstoff der elektrisch isolierenden Deckschichten 3, 4 herausgeführt sind.

In Fig. 1 ist der Aufbau einer Leiterplatte während der Herstellung gezeigt. In Fig. 1a ist die vliesstoffverstärkte zweite Deckschicht 4 gezeigt, die mit einer Kupferfolie laminiert ist. Anschließend werden die Leiterbahnen 10 in die Kupferfolie geätzt. Die Leiterbahnen 10 sind durch Kanäle 11 voneinander getrennt, wie in Fig. 1b zu erkennen ist. Im Anschluß an die Herstellung der Leiterbahnen 10 wird die erste Deckschicht 3 mit dem Verbund, bestehend aus der geätzten Kupferfolie und der zweiten Deckschicht 4, laminiert, wie in Fig. 1c gezeigt. Dadurch, daß auch die erste Deckschicht 3 als Prepreg ausgebildet ist, dringt das Polymer während der Laminierung in die Kanäle 11 zwischen den Leiterbahnen 10 ein, isoliert diese gegeneinander und dichtet ab. Der hier zu erkennende Anschlußleiter 6 ist mit einer externen Anschlußfläche 9 aus der Flachdichtung herausgeführt. In die laminierte Flachdichtung mit integrierten Anschlußleitern 6 werden anschließend die Befestigungsdurchbrechungen 14 eingebracht, die die gesamte Flachdichtung durchdringen.

In Fig. 2 ist ein Längsschnitt durch die Leiterplatte aus Fig. 1 gezeigt. Zwischen abzudichtenden Flanschflächen ist eine Flachdichtung angeordnet, bei der die elektrische Leiterplatte 5 erste und zweite Dichtflächen aufweist, die durch vliesstoffverstärkte Deckschichten 3, 4 gebildet sind. Zwischen den Deckschichten 3, 4 sind elektrische Leiterbahnen 10 angeordnet, die mit Anschlußleitern 6 mit internen und externen Anschlußflä-

chen 8, 9 versehen sind. Die Leiterbahnen 10 können beispielsweise durch eine Kupferfolie gebildet und durch geätzte Kanäle 11 voneinander isoliert sein. Die Leiterbahnen 10 und die Deckschichten 3, 4 sind beispielsweise unter Hitze und Druck miteinander laminiert und dadurch flüssigkeitsdicht aneinander festgelegt. Dadurch, daß die Deckschichten 3, 4 vor ihrer Laminierung mit den Leiterbahnen 10 als nichtausgehärteter Vliesstoff-Prepreg ausgebildet sind, dringt das Polymer des Prepregs während der Laminierung in die Kanäle 11 zwischen den Leiterbahnen 10 ein und füllt diese vollständig aus. Der Werkstoff der Deckschichten 3, 4 weist einen elektrischen Isolationswiderstand von zumindest  $10^8$  Ohm auf.

In Fig. 3a ist eine Flachdichtung mit zwei Leiterplatten 5, 12 gezeigt, die durch eine Verstärkungslage 16a aus metallischem Werkstoff verbunden sind. Die Leiterplatten 5, 12 weisen jeweils eine erste und eine zweite Deckschicht 3, 4 auf. Zwischen den Deckschichten 3, 4 sind Leiterbahnen 10 angeordnet, wobei die Leiterbahnen 10 von den Deckschichten 3, 4 dichtend umschlossen sind. Die der Verstärkungslage 16a zugewandten Deckschichten 4 einer jeden Leiterplatte 5, 12 bilden die Zwischenschicht 15. Die Zwischenschichten 15 sind flüssigkeitsdicht mit der Verstärkungslage 16a verbunden. Die erste und die zweite Leiterplatte 5, 12 sind jeweils mit Anschlußleitern 6 versehen, wobei interne und externe Anschlußflächen 8, 9 der Anschlußleiter 6 aus der Flachdichtung herausgeführt sind.

In Fig. 3b wird die Verstärkungslage 16b als starre Leiterplatte ausgebildet mit zum Beispiel Epoxidhartglasgewebe als Träger für die Anschlußleiter 6 und die Anschlußflächen 8, 9. Die Leiter werden dann beidseitig wie bei der Leiterplatte 5 mit Vliesstoff-Prepregs abgedeckt, wobei diese im ausgehärteten Zustand als Deckschichten 3, 4 zu den Flanschen als Dichtungs- und Isolationschichten wirken.

In Fig. 4 ist eine Dichtungsanordnung ähnlich der Dichtungsanordnung aus den Fig. 3a und 3b in längsschnittlicher Darstellung gezeigt, wobei die externen Anschlußflächen 9 in voneinander abweichenden Axialebenen der Flachdichtung angeordnet sind. Auf der ersten und zweiten Leiterplatte 5, 12 ist jeweils zumindest ein Sensor 18 angeordnet.

In Fig. 5 ist ein Ausschnitt aus einer Flachdichtung gezeigt, ähnlich der Flachdichtung aus den Fig. 3a und 3b. Die Verstärkungslage 16 ist mit einer Durchbrechung 17 versehen, in der ein Sensorchip 18 angeordnet ist. Die Spalte zwischen Sensorchip 18 und Durchbrechung 17 sowie den Deckschichten 3, 4 im Sensorbereich sind mit einer Vergußmasse 13 gefüllt. Die Leiterbahnen 10 sind mit internen Anschlußflächen 8 versehen. Die Anschlußleiter 6 sind durch Kanäle 11 voneinander getrennt. Die internen Anschlußflächen 8 sind mit dem Sensorchip 18 verbunden.

In Fig. 6 ist ein Ausschnitt aus einer Flachdichtung mit einem Drucksensor gezeigt, wobei der Drucksensor 18 durch eine piezoelektrische Sensorfolie 22 gebildet ist, die als Polymer-Keramikfolie ausgebildet ist. Die Anschlüsse der beiden Elektroden sind zur einfachen elektrisch leitenden Verbindung mit einer Durchkontaktierung 24 versehen.

In Fig. 7 ist ein Schnitt durch die Flachdichtung aus Fig. 6 dargestellt. Die auf einer Polymer-Keramikfolie 22 aufgedampften Metallelektroden 23 sind mit der internen Anschlußfläche 8 des Anschlußleiters 6 verbunden und vollständig von der ersten und zweiten Deckschicht 3, 4 umschlossen. Im Betriebsfall wird durch den

Anpreßdruck der Dichtverbindung eine sichere Kontaktierung zwischen den Anschlußleitern 6 und den Metallelektroden 23 der Sensorfolie 22 gewährleistet.

Zur einfachen Kontaktierung ist es erforderlich, daß beide Anschlüsse der Elektroden auf einer Ebene liegen, in diesem Beispiel auf der Unterseite. Zu diesem Zweck werden die Metallelektroden 23 mittels einer Durchkontaktierung 24 mit der unten liegenden Anschlußfläche 8 verbunden.

In Fig. 8 ist eine Leiterplatte gezeigt, die einen Bestandteil eines Plattenkondensator bildet, der als Leckagesensor funktioniert. Dringt beispielsweise das abzudichtende Medium zwischen der ersten und der zweiten Deckschicht 3, 4 und den abzudichtenden metallischen Flanschflächen oder in die Deckschichten 3, 4 ein, dann ändert sich die Dielektrizitätskonstante und damit die Kapazität des Doppel-Plattenkondensators. Die Änderung der Kapazität ist ein Maß für die Leckage. Zur Einschränkung des elektrischen Streufeldes ist eine Schutzelektrode 21 vorgesehen, die als Ringelektrode ausgebildet ist, wobei die Ringelektrode um die als Kondensatorelektrode ausgebildete Metallelektrode 23 der Dichtung angeordnet ist.

#### Patentansprüche

1. Flachdichtung mit Dichtflächen (1, 2) aus polymerem Werkstoff, wobei die erste (1) und die zweite Dichtfläche (2) jeweils zumindest durch eine Deckschicht (3, 4) gebildet ist, dabei mindestens die zwei Deckschichten (3, 4) gemeinsam eine flexible Leiterplatte (5) darstellen, das Material der Deckschichten (3, 4) elektrische Leiterbahnen (10) in den Dichtbereichen vollständig umschließt und der Werkstoff der Deckschicht (3, 4) als Isolierung für die Leiterbahnen (10) ausgebildet ist, wobei die Leiterbahnen (10) mit Anschlußleitern (6) versehen sind, die mit Anschlußflächen (8, 9) aus der Leiterplatte (5) herausgeführt sind, wobei der spezifische Widerstand der Deckschichten (3, 4) so hoch ist, daß der Isolationswiderstand der Deckschichten (3, 4) zwischen Leiterlage und den abzudichtenden Flanschen mindestens  $10^8$  Ohm beträgt, wobei die Deckschichten (3, 4) aus einem vliesstoffverstärktem Material bestehen, wobei zumindest zwei Leiterplatten (5, 12) zu Anwendung gelangen, deren jeweilige Leiterbahnen (10) mit Anschlußleitern (6) versehen sind, wobei die Leiterplatten (5, 12) durch zumindest eine elektrisch isolierende, vliesstoffverstärkte Zwischenschicht (15) voneinander getrennt sind und wobei die Leiterplatten (5, 12) auf einander gegenüberliegenden Seiten einer Verstärkungslage (16) angeordnet sind.
2. Flachdichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkungslage (16) durch einen Metallkern gebildet ist.
3. Flachdichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkungslage (16) durch einen Kern aus polymerem Werkstoff gebildet ist.
4. Flachdichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkungslage (16) eine starre, Leiterbahnen (10) tragende Leiterplatte (5) ist, welche beiderseits mit Deckschichten (3, 4) aus imprägniertem Vliesstoff laminiert ist.
5. Flachdichtung nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkungslage (16) mit zumindest einer Durchbrechung (17) versehen ist, daß die Durchbrechung (17) einen Sensorchip (18)

mit allseitigem Abstand umschließt, daß die Leiterplatte (5) mit Anschlußleitern (6) versehen ist, die signalleitend mit dem Sensorchip (18) in Eingriff sind und daß die Durchbrechung (17) vollständig mit den Sensorchip (18) umschließender Vergußmasse (13) ausgefüllt ist.

6. Flachdichtung nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Deckschichten (3, 4) und/oder die Zwischenschicht (15) aus mit einer Polymermischung imprägniertem Aramidfaser-Vliesstoff bestehen und ein Flächengewicht von 30 bis 200 g/m<sup>2</sup> aufweisen.

7. Flachdichtung nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß an die Deckschichten (3, 4) angrenzende, abzudichtende, metallische Flanschflächen (19, 20) und eine Metallelektrode (23) zwischen den Deckschichten (3, 4) die Platten eines Doppel-Plattenkondensators bilden.

8. Flachdichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallelektrode (23) umfangsseitig von einer ringförmigen Schutzelektrode (21) umschlossen ist.

9. Flachdichtung nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterbahnen (10) durch geätzte Kanäle (11) begrenzt sind und daß die Kanäle (11) vom Werkstoff der angrenzenden ersten und zweiten Deckschicht (3, 4) ausgefüllt sind.

10. Flachdichtung nach Anspruch 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterbahnen (10) und die Deckschichten (3, 4) kraft- und/oder formschlüssig verbunden sind.

11. Flachdichtung nach Anspruch 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlußleiter (6) die Metallelektroden (23) einer piezoelektrischen Sensorfolie (22) bei Druckbeaufschlagung elektrisch kontaktierend beeinflussen.

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

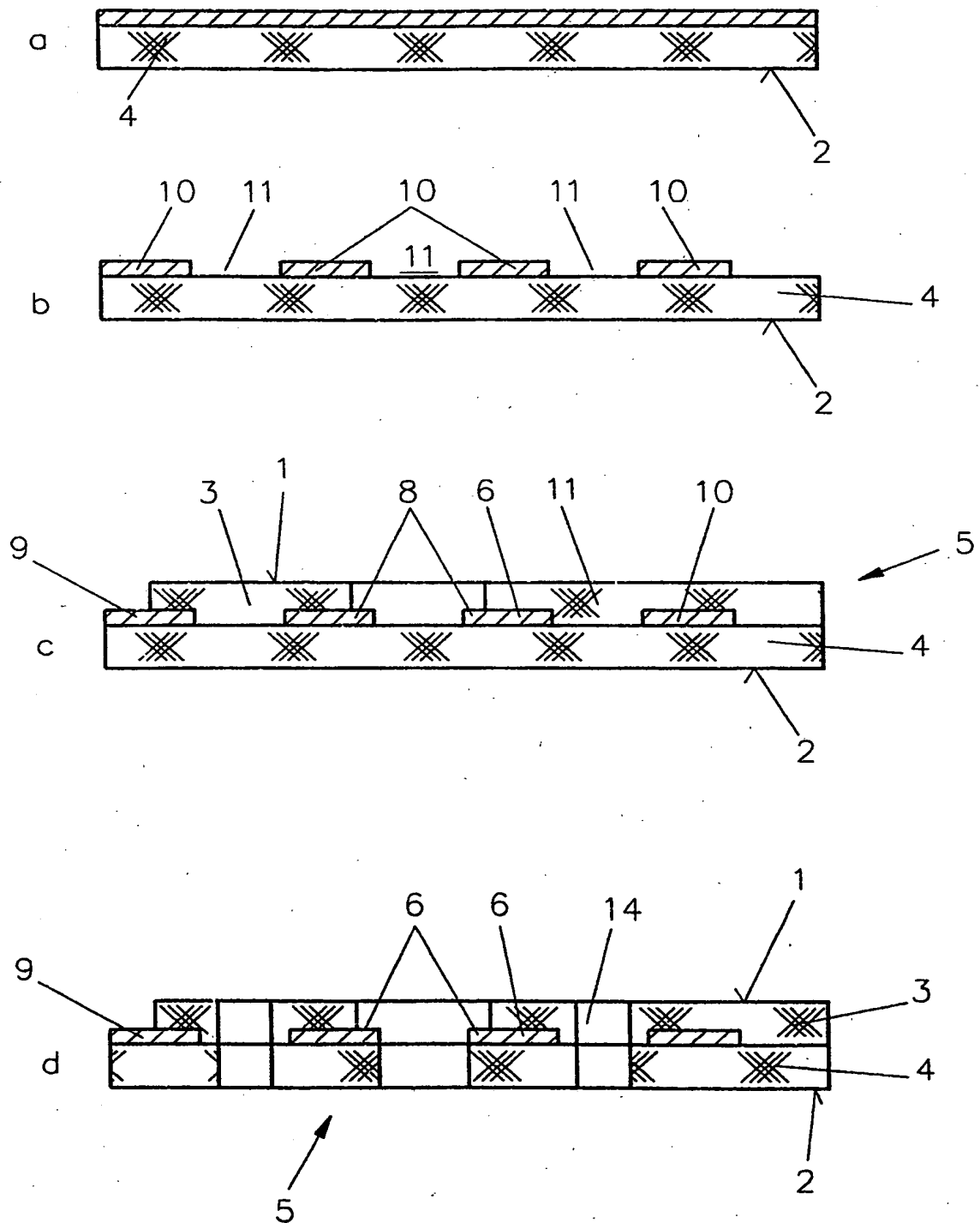


Fig. 2

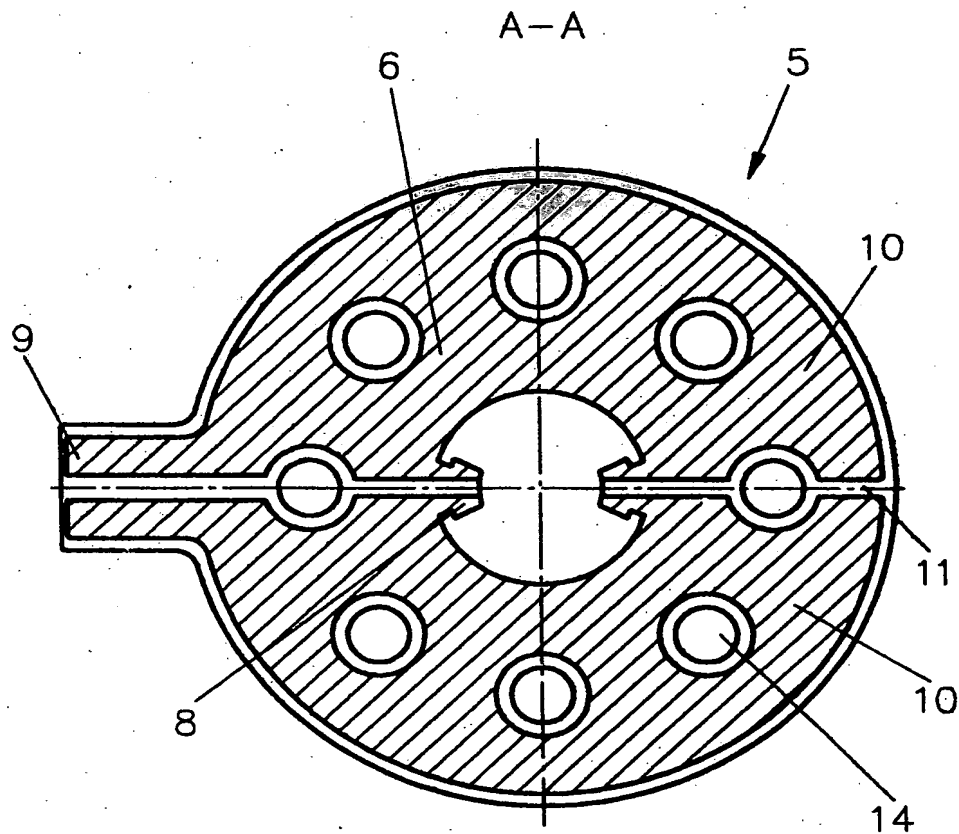


Fig. 3a

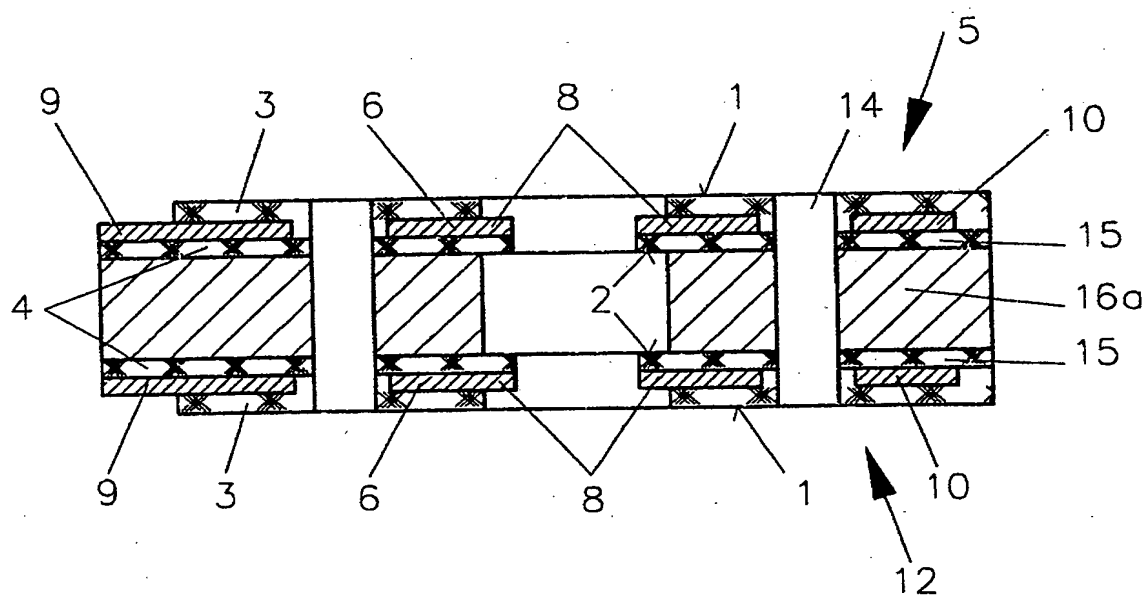




Fig. 3b

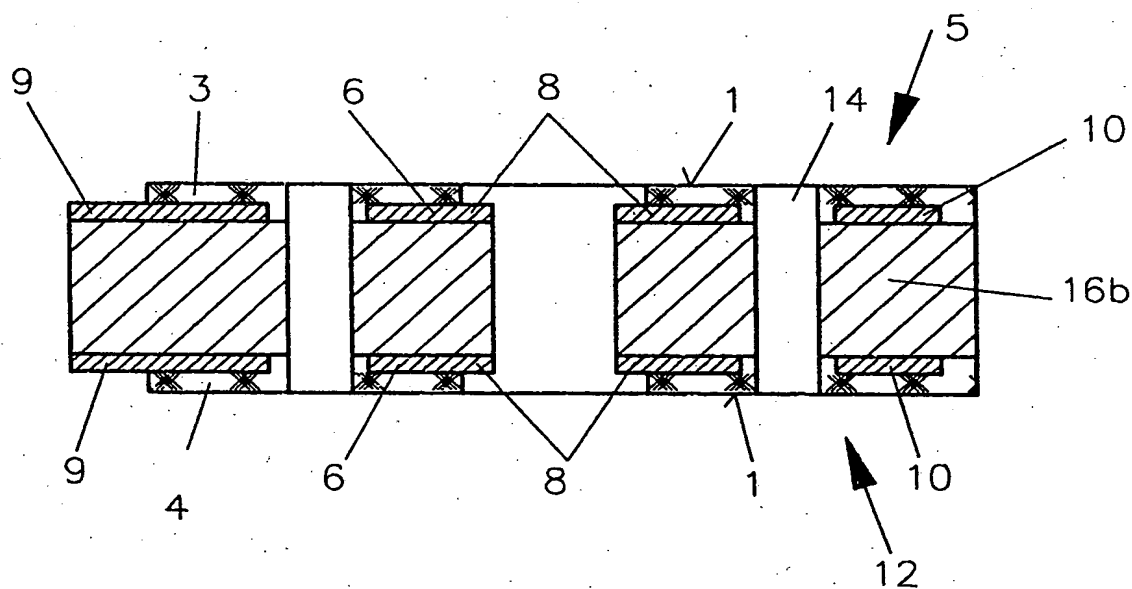


Fig. 4

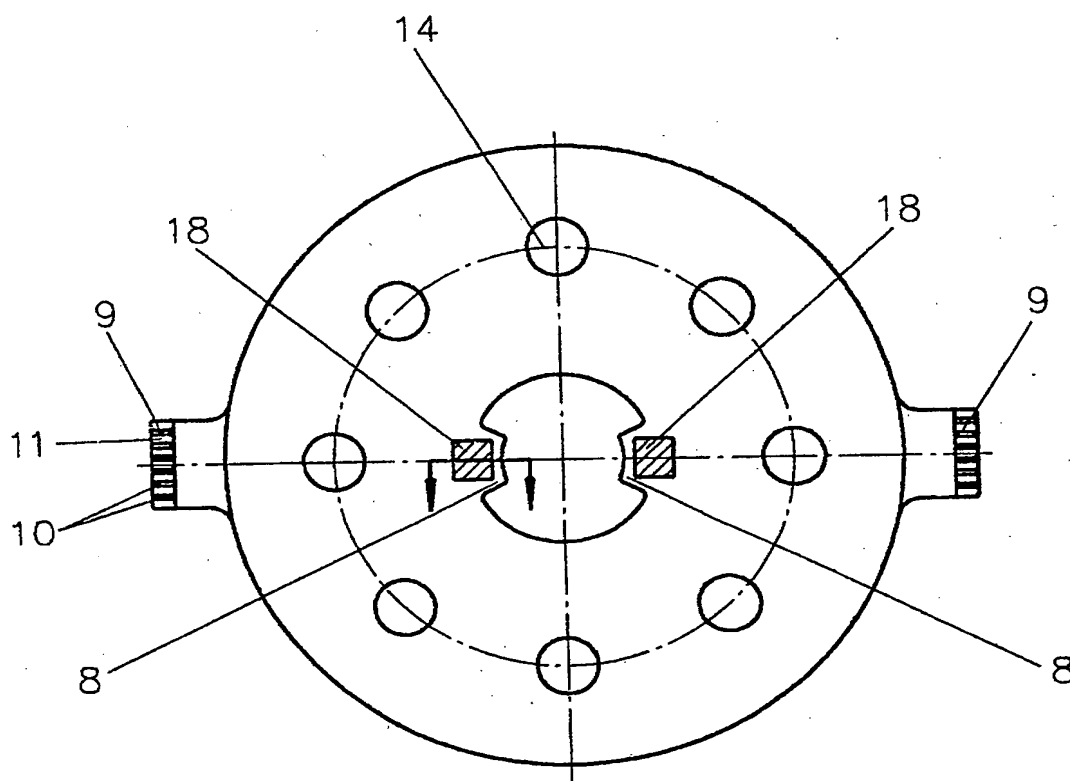


Fig.5

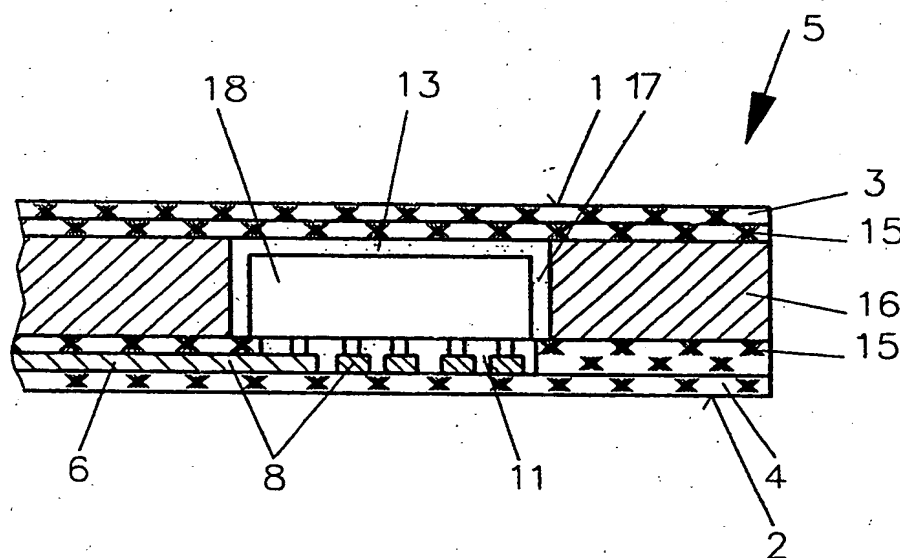


Fig. 6

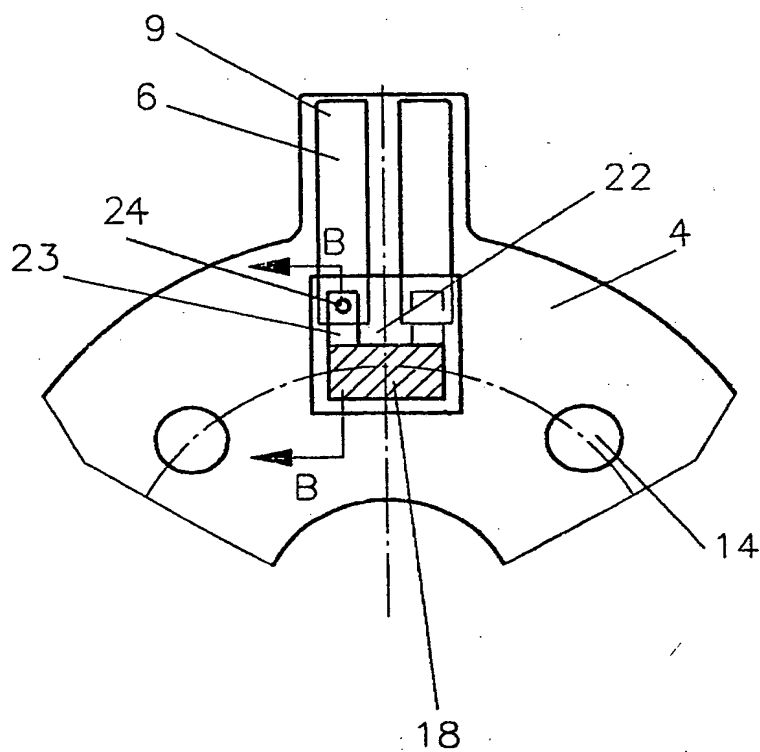


Fig. 7

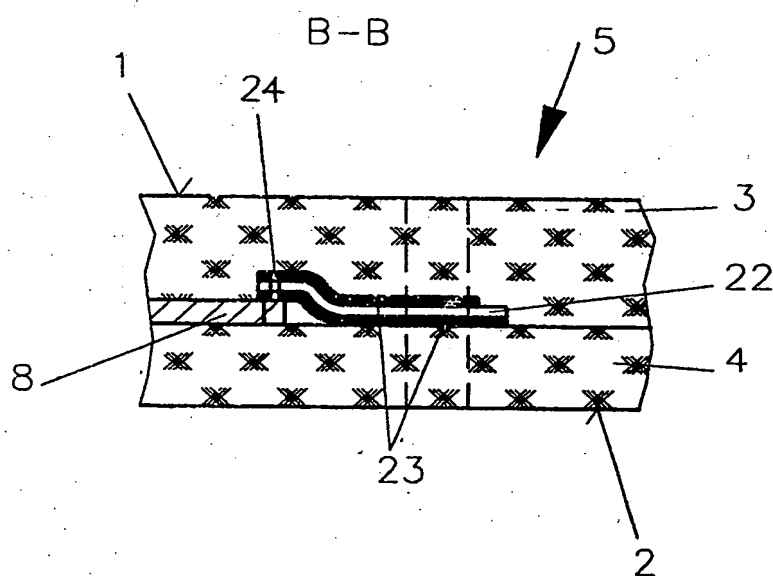


Fig. 8

